

Management course for civil engineers

Email : youssuf.elfarmawy@gmail.com

Facebook : [@youssuf.elfarmawy@live.com](https://www.facebook.com/youssuf.elfarmawy)

Phone : 01112550515

Website : youssufelfarmawy.wordpress.com

لا تنسونا صالح الدعاء

► Planning & Scheduling for

► Construction projects

► Work breakdown structure (W.B.S) :

هو تقسيم المشروع إلى مجموعة من الأعمال بحيث يمر المشروع على مراحل مُنتظمة حتى الوصول للصورة المطلوبة للمشروع.

Example :

مطلوب بناء مبني مُكوّن من دور أرضي و 3 أدوار مُتكررة ؟

تكون هُنا أول مرحلة مثلاً عمل جاسات للتربة ثم صب الأساسات ثم الدور الأرضي فالأول و الثاني و الثالث ، ثم بعد ذلك ندخل مرحلة جديدة مُتقدمة في المشروع مثل أعمال التشطيبات و هكذا حتى الوصول للصورة المُصمّم عليها المبني .

1- Bar chart .

2- Precedence diagram .

3- Arrow diagram .

► Bar Chart

3

► -Important definitions :

► Activity :

- هو أي بند من بنود المشروع مثل ((بند النجارة – بند المحارة – بند البياض)) .

Critical activity :

هو البند الذي إذا تأخر يؤدي لتأخير المشروع .

Non critical activity :

هو البند الذي إذا تأخر لا يؤخر من المشروع .

Duration :

هي الفترة الزمنية التي يستغرقها إتمام البند .

Predecessor ((Depend on)) :

- أي أن هذا البند يعتمد على بند آخر و بالتالي لن يبدأ مثلاً إلا إذا أنتهى بند آخر
- فمثلاً أعمال المحارة لن تبدأ إلا بعد الإنتهاء من بناء الحوائط بالطوب الأحمر .

► Estimated cost :

- هي تكلفة البند ، و قد تكون هذه التكلفة خلال إسبوع أو شهر أو خلال المشروع كله حسب المُعطى .

► Resources :

هي موارد المشروع مثل عمالة – مواد بناء

► Example :

| Activity | Duration | Predecessor *depend on* | Estimated cost per activity | Resources | |
|----------|----------|----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----|
| | | | | N | Min |
| A | 2 | -- | 10,000 | 4 | 4 |
| B | 3 | A | 12,000 | 6 | 3 |
| C | 6 | A | 12,000 | 18 | 18 |
| D | 5 | A | 15,000 | 15 | 10 |
| E | 1 | B,C | 5,000 | 3 | 3 |
| F | 6 | D,E | 18,000 | 6 | 6 |

- 1- Draw the bar chart for this project .
- 2- Draw early time histogram .
- 3- Level the no. of crews to no more than 36 crews per week & histogram your solution .
- 4- Draw cash flow diagram ((cash in & cash out)) .in this project if the indirect cost is estimated as 1000 \$ per week & the profit margin = 10% & the periodic payments are received one month billing .

► Solution :

► 1- Draw the bar chart of the project .

- المطلوب هنا رسم علاقة بين و البنود لذلك يجب من الجدول السابق دراسة حالة كل بند متى سيبدأ و متى ينتهي و هل يعتمد على بنود أخرى أم لا ، لذلك سيتم تحليل الجالوقت دول السابق لكل بند .

► ACTIVITY A :

- مُعطى أن مدته أسبوعين و لا يعتمد على أي بند آخر لذلك هو بداية المشروع مثلاً قد يكون عمل الأساسات ، و تكلفته 10,000 جنيه ،
و يحتاج من موارد المشروع و التي هي هنا أطقم عمل في العادي 4 و عند ضغط العمل أقل عدد ممكن من الأطقم هو 4 أيضاً .

► Activity B :

- مُعطى أن مدته 3 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أولاً حتى يُمكن البدء في البند B ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الأسبوع الخامس .

► Activity C :

- مُعطى أن مدته 6 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أولاً حتى يُمكن البدء في البند C ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الأسبوع الثامن .

► Activity D :

- مُعطى أن مدته 5 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أولاً حتى يُمكن البدء في البند D ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الأسبوع السابع .

► Activity E :

- مُعطى أن مدته أسبوع واحد و يعتمد على البند B&C أي أنه يجب أن ينتهي البند B&C أولاً حتى يُمكن البدء في البند E ، و يُلاحظ أن البند B انتهى بعد 5 أسابيع أما البند C انتهى بعد 8 أسابيع ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثامن حتى الأسبوع التاسع .

► Activity F :

- مُعطى أن مدته ستة أسابيع و يعتمد على البند D & E أي أنه يجب أن ينتهي البند D & E أولاً حتى يُمكن البدء في البند F ، و يُلاحظ أن البند D انتهى بعد 7 أسابيع أما البند E انتهى بعد 9 أسابيع ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع التاسع حتى الأسبوع الخامس عشر .

► How to compare between Critical & Non critical activity ?

► Activity A :

نلاحظ أنه إذا تأخر سوف يؤخر من بدء البنود التي تعتمد عليه B,C&D لذلك يعتبر هذا البند Critical

► Activity B :

نلاحظ أن هذا البند يعتمد عليه البند E ، لكن البند E يعتمد على البند B & C و كما ذكرنا فإن البند C هو الذي ينتهي بعد الإِسبوع الثامن ، و بالتالي هناك سماحية لتحريك أو مد أو تأخير البند B بشرط أن ينتهي قاصي حد عند الإِسبوع الثامن الذي ينتهي عنده البند لذلك يُعتبر البند C ، لذلك فإن البند B يُعتبر بند Non critical

Activity C :

كما ذكرنا في البند السابق فإن البند C هو الذي يعتمد عليه البند E ، لذلك فإن البند C يُعتبر بند Critical

Activity D :

البند D يعتمد عليه البند F ، و لكن البند F يعتمد على كل من D & E لذلك لن يبدأ إلا إذا أنتهى البندين D & E معًا ، لذلك نجد أن البند E هو الذي ينتهي عند الإِسبوع التاسع ، لذلك يُعتبر البند D بند Non critical ، حيث يكون مسموح له بالحركة أو التمدد خلال الفترة من أسبوعين إلى 9 أسابيع أي حتى بداية البند F لأن البند F يعتمد عليه .

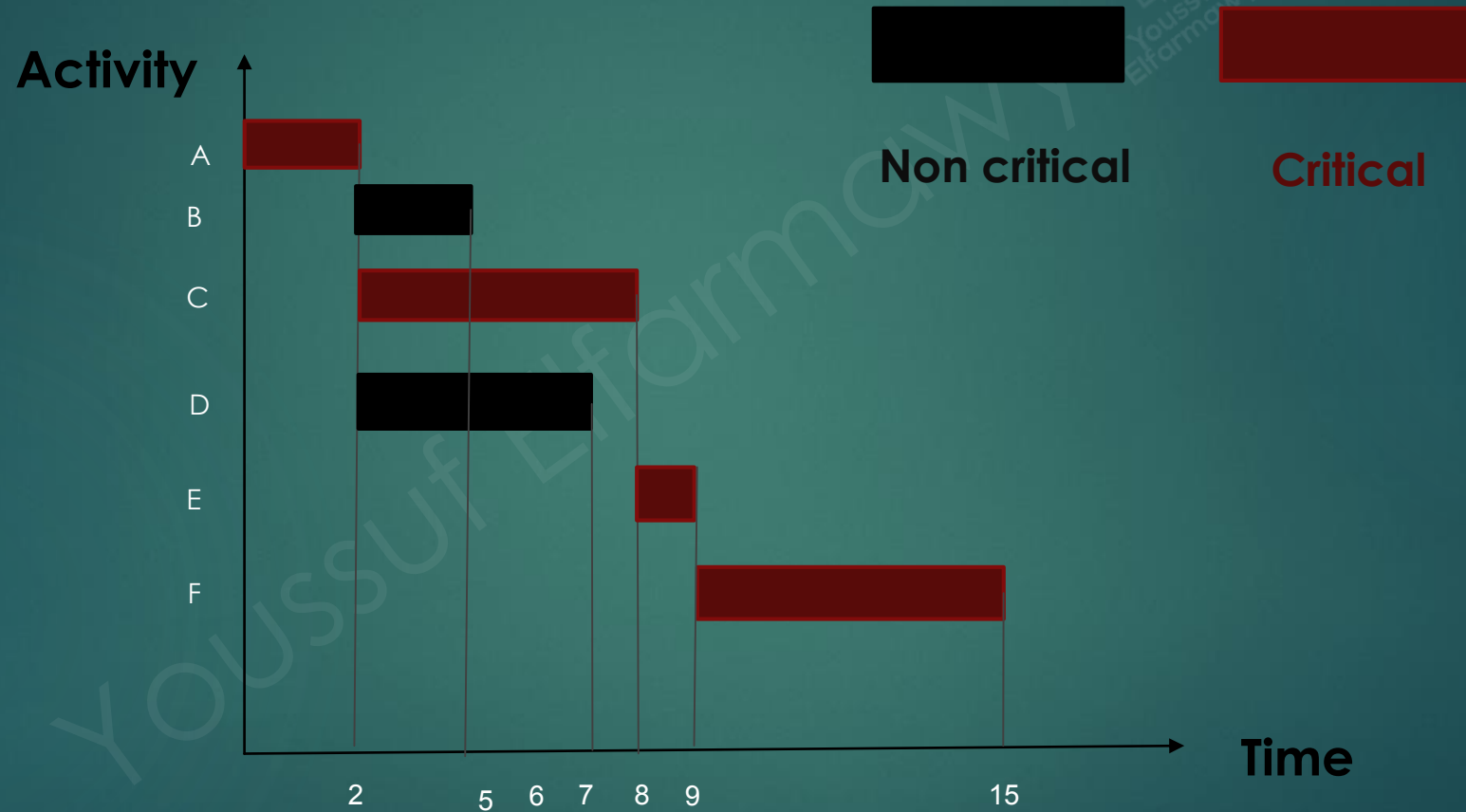
Activity E :

البند E يعتمد عليه البند F ، و بالتالي لن يبدأ البند F إلا إذا انتهى البند E ، لذلك أي تأخير في البند E مما يؤخر من بدء البند F مما يؤخر من زمن المشروع ، لذلك يُعتبر البند E بند Critical

► Activity F :

- البند F هو آخر بند في المشروع ، و بالتالي ليس هناك أي بنود بعده ، لذلك فإن أي تأخير في هذا البند يؤخر من المشروع ، لذلك يُعتبر البند F بند **Critical**

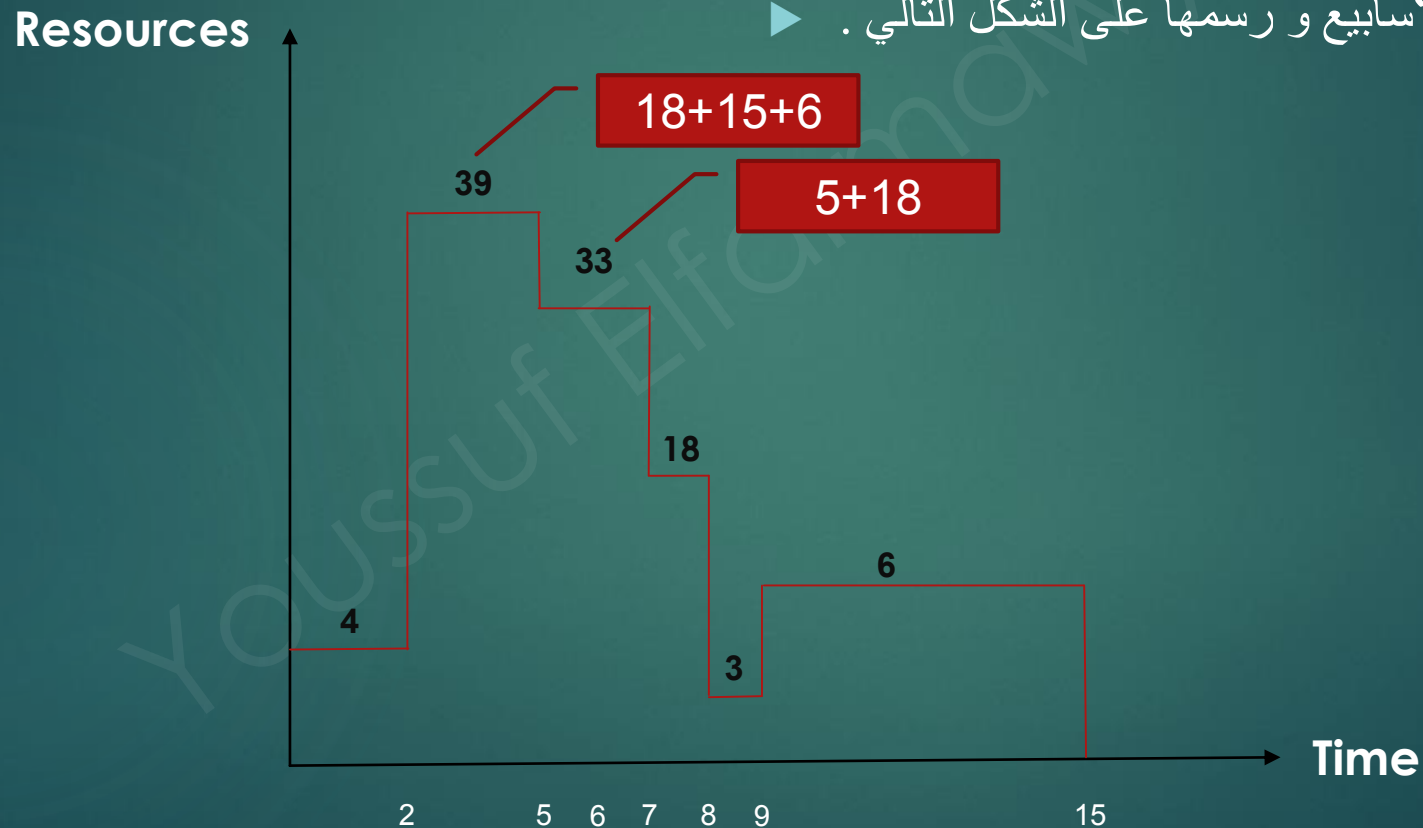
8



Bar chart

► 2- Draw Early time histogram :

- أي المطلوب رسم علاقة بين **Resources** و هي عدد أطقم العمال المطلوبة في كل إسبوع و الموجودة بالجدول بالرمز **N** و ذلك بتجميع عدد الأطقم المطلوبة لكل البنود التي تعمل في كل إسبوع .
- فمثلاً الإِسبوع الثالث نجد **B & C & D** يُنفذان معاً في الإِسبوع الثالث و يحتاجوا عدد أطقم عمل بمجموع $6+18+15=39$ طقم .
- و هكذا يتم حساب عدد الأطقم لكل الأسابيع و رسمها على الشكل التالي .



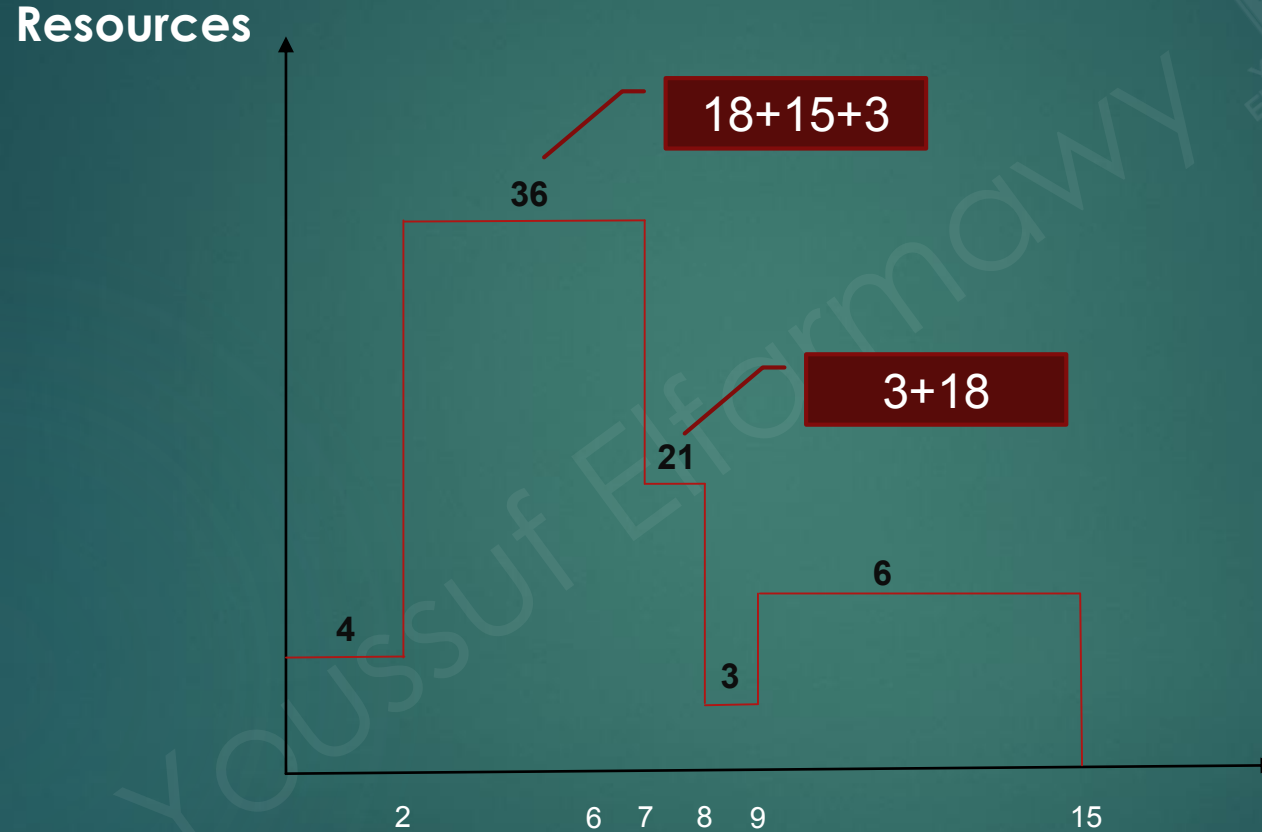
Early time histogram

► 3- Level the no. of crews to no more than 36 crews per week & histogram for your solution :

- المُعطى هنا أنا الشركة لن تستطيع أن توفر أكثر من 36 طقم عمل في أي أسبوع ، لذلك يجب عمل ما يُسمى بـ **Levelling** حتى أجعل عدد الأطقم لا يزيد عن 36 طقم في الأسبوع .
- المُشكلة موجودة في الفترات التي بها عدد الأطقم في الأسبوع أكثر من 36 ، و نلاحظ وجود هذه المُشكلة في الأسبوع الثاني و الثالث و الرابع و الخامس حيث أن عدد الأطقم المطلوبة بها 39 طقم أسبوعياً و هذا يزيد عن طاقة الشركة التي توفر 36 طقم عمل فقط
 - لذلك يجب إستغلال **Non critical activities** حيث أنها البنود القابلة للحركة و التأخير أو المدّ لأنها لا تؤثر على تأخر المشروع .
- فمثلاً البند B هو بند **Non critical** لذلك من الممكن أحرك هذا البند أو أمدّه مع الأخذ في الاعتبار أقل عدد أطقم من الممكن أن تتوافر في نفس الوقت
- فالبند B كما مُعطى في الجدول يُمكن أن يقل عدد الأطقم إلى 3 أطقم فقط في نفس الوقت ، و هذا البند مسموح له أن يتأخر أو يمتد حتى الأسبوع الثامن كما ذكرنا ، لذلك نُجرب أن نستخدم 3 أطقم عمل فقط لمدة 6 أيام و بالتالي العدد الكلي للأطقم ظلّ كما هو 18 طقم ، كُل ما حدث أن عدد الأطقم قلّ من 6 إلى 3 فقط و بالتالي زادت فترة العمل لمدة 6 أسابيع بدلاً من 3 أسابيع لكن في النهاية ظلّ المجموع ثابت و هو 18 طقم ، و هذا التعديل ساعد على تقليل عدد أطقم العمل إلى 36 في الفترة التي كانت بها المُشكلة في الأسبوع الثاني و الثالث و الرابع و الخامس ، و المطلوب الآن رسم **Histogram** بعد هذا التعديل .
- لذلك سيتم رسم نفس المطلوب السابق و لكن مع إجراء التعديل الذي يجعل عدد الأطقم لا يزيد عن 36 في أي وقت .

► Histogram after Levelling :

11



Histogram after Levelling

- ▶ 4- Draw cash flow diagram (Cash in & Cash out) in this project if the indirect cost is estimated as 1000\$ per week & profit margin = 10% & the periodic payments are received one month billing .

▶ يجب أولاً معرفة معنى كل من Cash in & Cash out

▶ Cash out :

Direct & Indirect cost ▶ هي مصاريف التكلفة الفعلية التي يدفعها المقاول كتكلفة إنشاء فقط دون أن يحسب أرباحه و هي تُساوي

▶ Cash in :

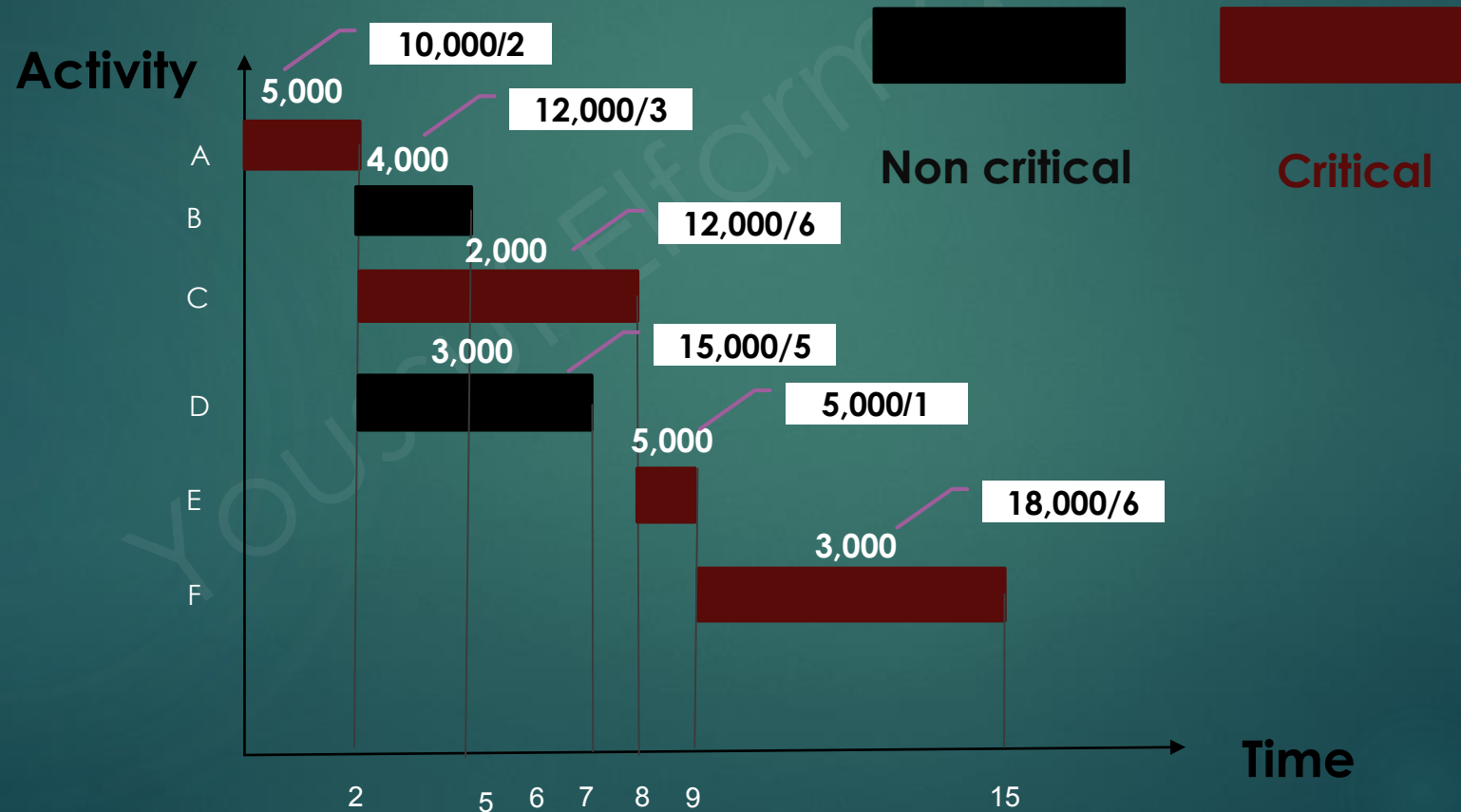
▶ هي المصاريف التي يدفعها المقاول كمصاريف إنشاء بالإضافة إلى أرباحه و بالتالي

$$\text{Cash in} = \text{Cash out} * (\text{Profit margin}\% + 1)$$

- ▶ و في هذا المثال ذكر أن المقاول يدفع من ماله على المشروع ، و بعد شهر يُرسل المالك الشيك إلى المقاول بالأموال الخاصة بالشهر الذي دفعه المقاول ، و هذا الشيك يكون Cash in أي شاملاً التكلفة + الأرباح .

سوف يتم رسم علاقة بين التكلفة و الزمن ، و سيتم رسم مُنحنيين ، الأول خاص بالـ **Cash out** و الثاني خاص بالـ **Cash in** سيتم رسم مُنحني الـ **Cash out** كل شهر ((4 أسابيع)) و يشمل الـ **Direct & Indirect cost** ، بالنسبة للـ **Direct cost** و الذي يُمثل تكلفة البند ، ثم أرسم مُنحني الـ **Indirect cost** و هو رقم ثابت و مُعطى \$1000 شهريًا .

نبدأ أولاً برسم **Cash out** ، فأحتاج إلى رسم **Bar chart** عليها التكلفة الخاصة بكل بند ((أضع فوق كل بند التكلفة الإسبوعية له))



- نبدأ الآن برسم مُنحني **Cash out** و ذلك بتحديد قيمة التكلفة كُل شهر و توقيع نقاط التكلفة لرسم المُنحني .

| Time | Cash out = direct + indirect cost |
|----------|---|
| @ t = 0 | 0 |
| @ t = 4 | $5000*2 + 4000*2 + 2000*2 + 3000*2 + 1000*4 = 32,000$ |
| @ t = 8 | $32,000 + 4000*1 + 2000*4 + 3000*3 + 1000*4 = 57,000$ |
| @ t = 12 | $57,000 + 5000*1 + 3000*3 + 1000*4 = 75,000$ |
| @ t = 15 | $75000 + 3000*3 + 1000*3 = 87000$ |

$$\text{Indirect Cost} = 1000\$ * \text{Duration}$$

يظهر على شكل مُنحني
مُتغير كل شهر.

- نبدأ الآن برسم مُنحني **Cash in** و هو يشمل التكلفة بالإضافة إلى أرباح المقاول ، و من المُعطى أن المُقاول حدّد لنفسه أرباح 10 %

$$\text{Cash in} = \text{Cash out} * (\text{Profit margin}\% + 1) = \text{Cash out} * 1.1$$

| Time | Cash in = Cash out * 1.1 |
|----------|--------------------------|
| @ t = 0 | 0 |
| @ t = 4 | 0 |
| @ t = 8 | $32,000 * 1.1 = 35,200$ |
| @ t = 12 | $57,000 * 1.1 = 62,700$ |
| @ t = 15 | $75,000 * 1.1 = 82,500$ |
| @ t = 19 | $87,000 * 1.1 = 95,700$ |

يظهر على شكل درجات
السلّم .

- لذلك تكون مُعادلة حساب **Cash in** كالتالي ..



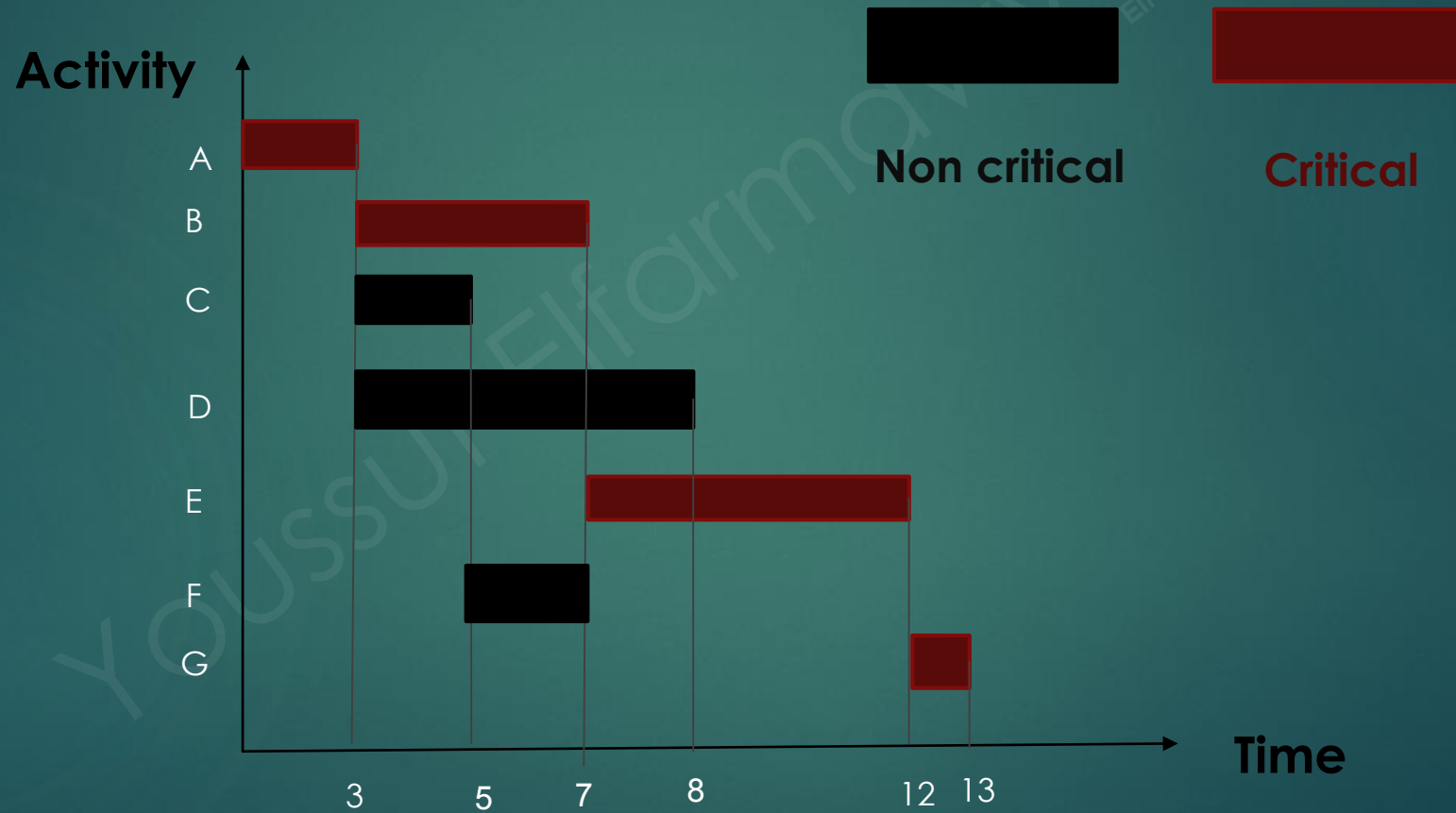
Cash flow diagram ((Cash in & Cash out))

- ▶ The following table shows the logic & duration for activities of a construction project .
- ▶ The required resources are given in that table .

| Activity | Duration | Dependences | Resources req. | |
|----------|----------|-------------|----------------|---|
| | | | 1 | 2 |
| A | 3 | - | 6 | 1 |
| B | 4 | A | 3 | 1 |
| C | 2 | A | 4 | 1 |
| D | 5 | A | 5 | 1 |
| E | 5 | B & C | 3 | 1 |
| F | 2 | C | 4 | 1 |
| G | 1 | E & F & D | 7 | 1 |
| Max no. | | | 8 | 2 |

- A- Draw the Bar-chart diagram for that project .

نرسمه بنفس الطريقة التي تم شرحها من قبل ...

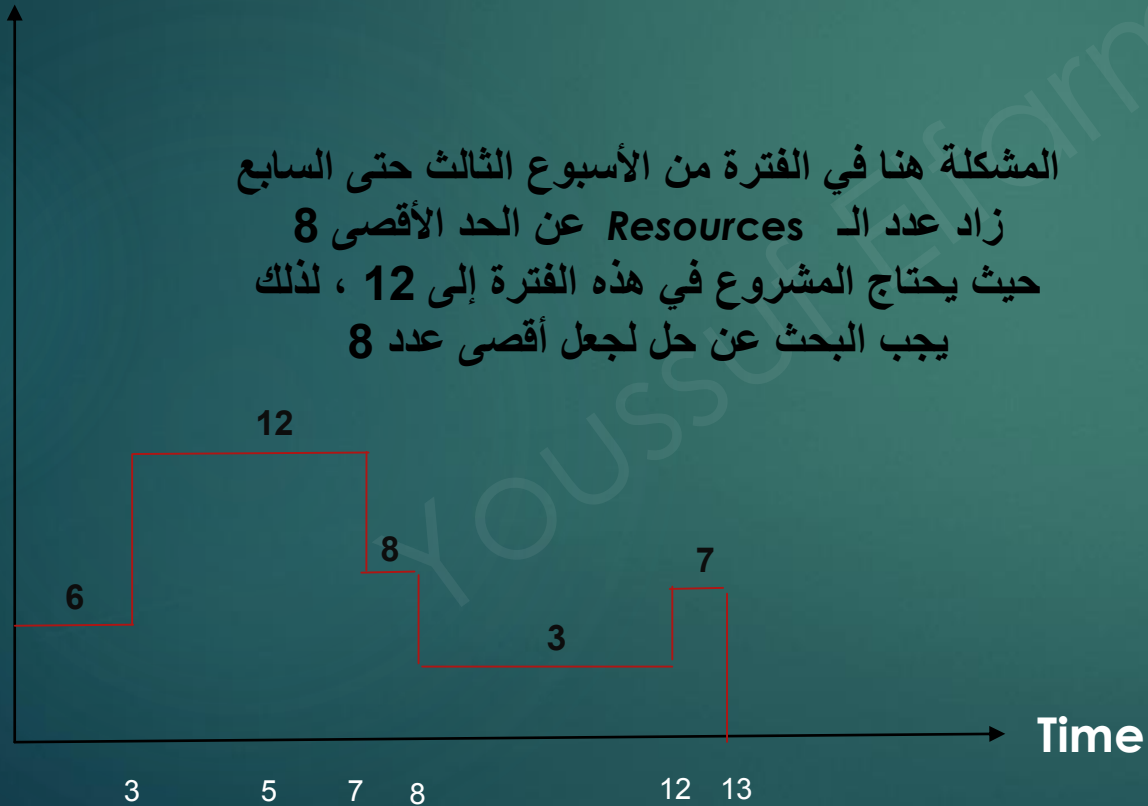


Bar chart

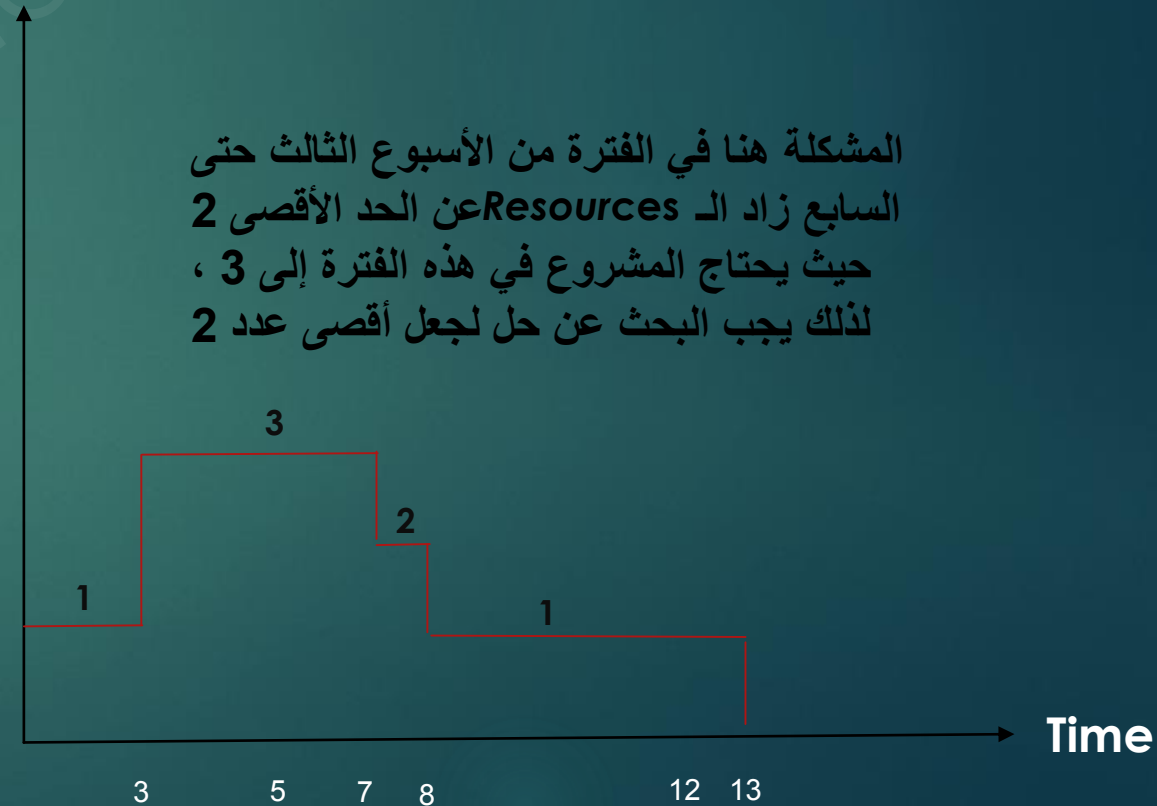
► B- Allocate the given resources (1 & 2) to the activities such that no delay are permitted In the total project completion within the max. available resources .

► سنحتاج هنا لرسم Early time histogram لمعرفة المناطق التي يزداد فيها عدد الـ Resources عن القيمة الـ Max له .

Resources 1



Resources 2



يجب تجربة إجراء التعديل بالنسبة للبنود Non critical
فهنا مثلاً تم تجربة البند C لكنه لم يُعالج المشكلة لذلك
اتجهنا للبند D فتم حل المشكلة عن طريقه
و إذا كان فشل سنجرّب البند F أو أي بند
آخر Non critical

- ▶ سنبدأ الآن في إجراء تعديل بأحد البنود Non critical لأنه إذا تحرّك لا يؤخر من المشروع .
- ▶ و بالتالي البنود التي سنفكر بها هي B Or D Or F لأنها بنود Non critical .
- ▶ فلو فكرنا في البند D مثلاً نجد أنه يعتمد عليه البند G فقط و بالتالي من الممكن أن يتم تحريكه بحيث ينتهي كأقصى زمن عند بداية البند G أي عند الأسبوع الـ 12 و ذلك حتى لا يتأخر البند G و بالتالي يؤخر من زمن المشروع .
- ▶ و بالتالي البند D من الممكن أن يصل حتى الأسبوع الـ 12 و كان مُعطى أن زمن تنفيذه 5 أسابيع لذلك سنجعله يبدأ من الأسبوع الـ 7 و ينتهي عن الأسبوع الـ 12 و بهذا الحل لم يحدث أي تأخير ي زمن المشروع الكلي ، لكن يجب أن نُجرّب هل هذا الحل سيصلح لتقليل الـ Resources بحيث لا تزيد عن الـ Maximum للـ Resources 1 & 2 أم لا و ذلك برسم Early time histogram جديد بعد هذا التعديل .

